精準農業共同試驗田區農耕資料庫之建立

劉滄棽*[1]、蔡金川[2]、張義璋[3]、余志儒[4]、陳治官[5]
[1]行政院農業委員會農業試驗所農化組
[2]行政院農業委員會農業試驗所農工組
[3]行政院農業委員會農業試驗所植病組
[4]行政院農業委員會農業試驗所應動組
[5]行政院農業委員會農業試驗所農藝組
E-mail: tsliu@wufeng@wufeng.tari.gov.tw

摘要 ---------- 146
一、前言 ---------- 146
二、計畫共用試驗田區之規劃 ---------- 147
三、氣象資料記錄 ---------- 147
四、病害調查、記錄及管理決策 ---------- 149
五、蟲害調查記錄 ---------- 154
六、水稻生育期之調查 ---------- 155
七、全球定位系統與即時定位傳輸技術在精準農業上之應用 ---------- 156
八、共用資料庫網站系統建置 ---------- 158
九、結語 ---------- 158
十、引用文獻 ---------- 158
十一、誌謝 ---------- 159
ABSTRACT ---------- 160

精準農業共同試驗田區農耕資料庫之建立

劉滄棽*[1]、蔡金川[2]、張義璋[3]、余志儒[4]、陳治官[5]
[1]行政院農業委員會農業試驗所農化組
[2]行政院農業委員會農業試驗所農工組
[3]行政院農業委員會農業試驗所植病組
[4]行政院農業委員會農業試驗所應動組
[5]行政院農業委員會農業試驗所農藝組
E-mail: tsliu@wufeng@wufeng.tari.gov.tw

摘要

農委會農試驗所精準農業計畫各研究小組收集的資料項目繁多，資料庫格式不一，在資料之交換上亦造成困擾，且大部分爲地理分佈資料。爲使各項收集資料達到共同使用之效果，如能成立共用資料庫，並訂定資料庫格式規範，架設伺服網站提供網路資料查詢下載，將可增進資料流通效率及減少人力浪費，便於自動化農機開發利用及各應用模組間之資料傳輸。本研究乃持續將土壤及植體之採樣分析資料，以地理資訊系統整合並經地理統計推估空間變異，分別建立各項空間資料庫。此等資料可傳輸至施肥決策專家系統估算各點之施肥量，計算結果經繪製成精密施肥分佈圖，可再傳輸至變率施肥機械來控制各小區之施肥量。由於精準農業之共同試驗田區土壤及植體採樣資料，其取樣位置及密度不同，而有無法匹配之疑慮，因此利用地理統計分析及地理資訊系統建立細密之基本空間資訊，供爲變量施肥機具施用養分資材之依據及產量與施肥管理之相關性研究之基礎。而爲使共同試驗田區之資料充分供給各研究人員利用，乃於農試所往站設置共用資料庫網站，檢視整理各執行人上傳之檔案及資料，再開放計畫相關人員查詢。經由權限設定，讓研究人員自行維護自產資料，並下載相關之非自產資料。網站提供具地理座標之圖形資料，並利用網站之功能提供面積、位置、等級分佈等圖面資料，由高效率之空間資料庫引擎，提供資料交換、流通、全面性的安全管控，達到共享式的多使用者環境，節省管理人力之耗費。

關鍵詞: 網路、資料庫、精準農業。

一、前言

精準農業乃是針對農田及植栽的變異性給予最適當的耕作決策與處理，以減少資財之耗費，增加收益並減輕環境的衝擊。傳統之農耕方式將整個田區之作物、土壤等特性視爲均一，故無論是灌溉水量、肥料或是農藥之施用量，均是針對整個田區施用。精準農業則針對田區間各種作物、土壤、環境因子具空間變異之特性，利用先進的電腦、通信與自動化科技，配合適當時間、空間尺度之田間調查作業及地理資訊系統、空間變異分析模式，精確且全面性地掌握田區作物、土壤與環境特性。進而經由作物模式、決策分析模式，來決定最佳之耕作策略及產量預測，並利用地理資訊系統

建立各種空間分佈圖層，藉由衛星定位與農業自動化科技執行既定之耕作策略。例如，經自動記錄分析各別小田區的作物產量與耕作處理間的相關性，產生產量變異分佈圖，以做爲農場經營決策的參考。

水稻病蟲害的發生，受到栽培、品種、肥培管理、氣象、土壤環境等因素的影響，通常仍先由定點(site-specific)再行衍化蔓延而侵襲至廣大區域。因此，如何界定病蟲害危害之空間分佈，爲水稻精準農耕要項之一，即所謂特定田間的病蟲害管理或定點病蟲害管理所必須建立的工作。然病蟲害之精準管理在研發上仍不如精準施肥之進步，主要爲病蟲發生不整齊且又零碎分佈；病蟲之發生生態複雜，病蟲之分佈因時間及空異差別而有較大變異。傳統上病蟲危害調查係由人工取樣，甚爲耗費人力與時間，亦造成監測成本高昂，加上現行遙感探測技術尚未達精準階段，仍以一般方式的噴藥經濟效益較高，這也是造成病蟲害精準管理發展較爲緩慢的原因。通常採行的病蟲害監測樣本以大尺度取樣方式爲主，以節省監測所須付出之成本，而歐美國家對於病蟲害防治之精準管理也因此採用大區化的方式處理。此外，在推估必須做變異處理的區域，也有以某一較易獲得屬性資料的小區，去推估特定疫病蟲危害的邊界(boundary)。

二、計畫共同試驗田區之規劃

依需求之資料項目與資料格式，協商訂定精準農業共用性資料庫格式規範，避免重覆造成資源浪費。精準農業共同試驗田區位於農試所農場之 38、39、42、43、74、75、76、77、78、79、80、81、82、83、84、85、86、87、88、89 號田，如圖 1，其中 74、75 號田面積較大，分別爲 0.64 及 0.78 公頃，其他田區面積約爲 0.5 公頃，爲配合遙測小組處理遙測影像資料之需求，並使各分組調查時便於確認調查位置，將各田區分爲 25×25 公尺之小區，另土壤小組爲求土壤之變異劃定 12.5×12.5 公尺之網格，如圖 1。

三、氣象資料記錄

2000 年水稻試驗期間一期作臺農 67 號之各生育期（分蘗、幼穗形成、孕穗及穀粒充實期）之溫度，自分蘗期低溫（19.8℃）、低日射量（10.2 MJ m^{-2} day^{-1}）隨生育期之後移，逐漸上昇至穀粒充實期爲高溫（26.7℃）、高日射量（14.3 MJ m^{-2} day^{-1}）。而二期作則自分蘗期之高溫(28.8℃)、高日射量(12.5 MJ m^{-2} day^{-1})，因生育期之後移逐漸下降至抽穗期爲較低溫(26.2℃)、低日射量（11.4 MJ m^{-2} day^{-1}）。一期作臺農 67 號在分蘗期間之氣象因素與產量之關係式：Y_1（產量 kg ha^{-1}）$=75.26+0.61^{**}X_2$（均溫），至於 2000 年之二期作試驗，已抽穗後進入穀粒充實期，臺農 67 號之生育日數(Y_3：移植－抽穗)與平均溫度之關係式：$Y_3=280.55-7.55^{**}X_2$。

2001 年水稻試驗期間一期作臺農 67 號之各生育期(分蘗、幼穗形成、孕穗及穀粒充實期）之溫度，自分蘗期低溫(均溫：20.2℃)、低日射量（11.6 MJ m^{-2} day^{-1}）隨生育期之後移，逐漸上昇至穀粒充實期爲高溫（27.4℃）、高日射量（15.1 M Jm^{-2} day^{-1}）。而二期作則自分蘗期之高溫（30.8℃）、高日射量（15.5 MJ m^{-2} day^{-1}），因生育期之後移逐漸下降至抽穗期爲較低溫（25.8℃）、低日射量（11.2 MJ m^{-2} day^{-1}）。一期作臺農 67 號在分蘗期間之氣象因素與產量之關係式：Y_1（產量 kg ha^{-1}）$=82.31+0.75^{**}X_2$（均溫），至於 2001 年之二期作試驗，已抽穗後進入穀粒充實期，台農 67 號之生育日數（Y_3：移植－抽穗）與平均溫度之關係式：$Y_3=272.12-8.39^{**}X_2$。

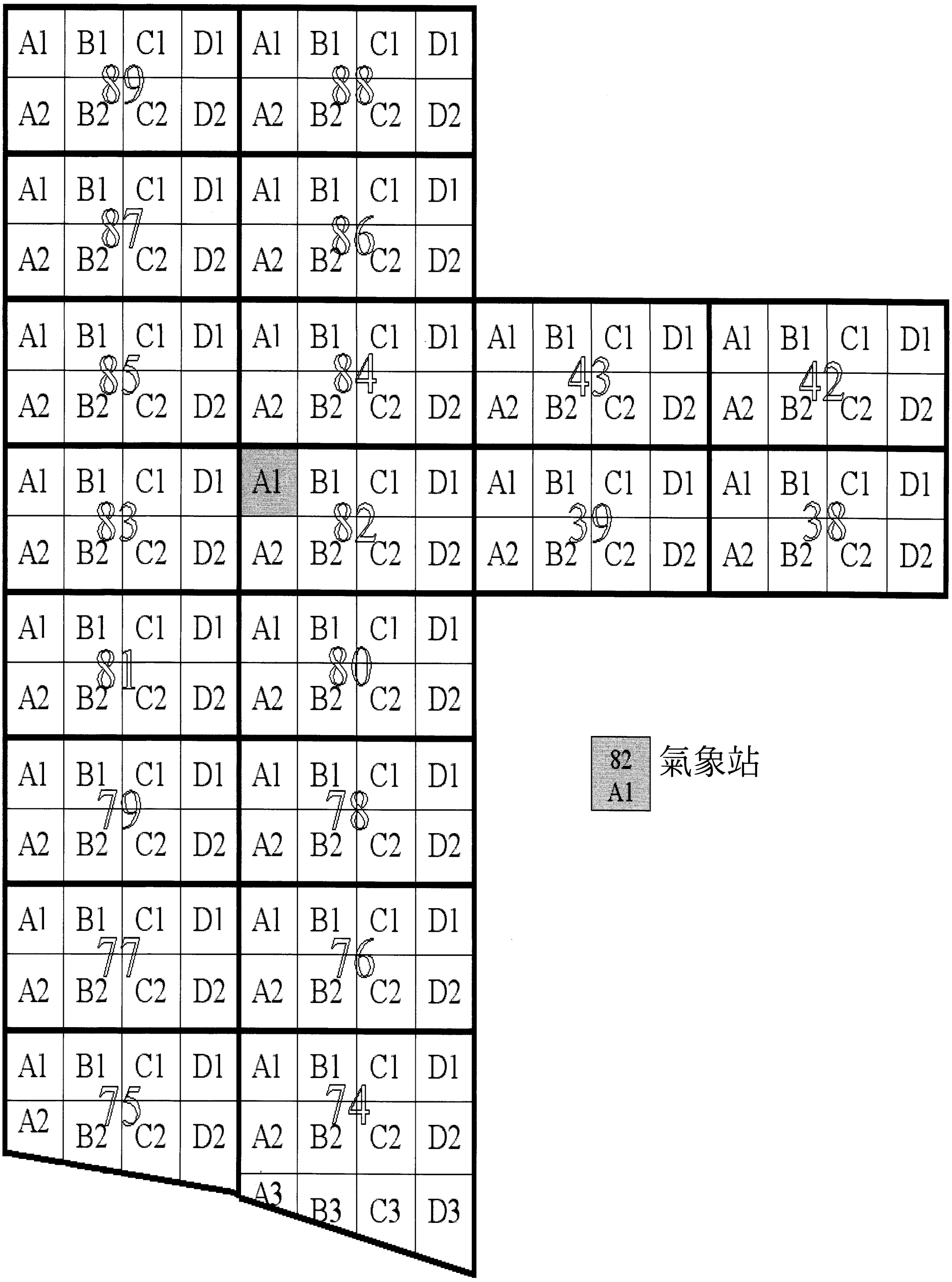

圖 1.、精準農業共同試驗田區各小區編號配置圖。

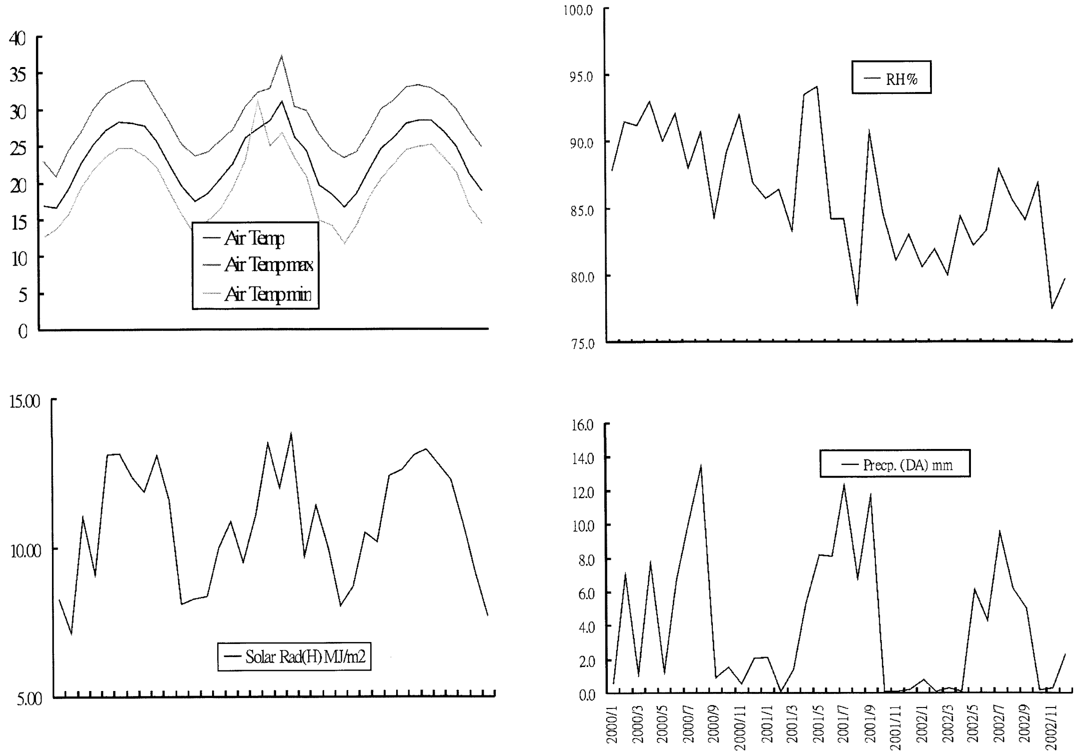

圖 2. 共同試驗田區每月平均最高溫、最低溫、平均溫度、相對溼度、日射量及降水量變化。

2002 年水稻試驗期間一期作臺農 67 號之各生育期（分蘗、幼穗形成、孕穗及穀粒充實期）之溫度，自分蘗期低溫（均溫：23.5℃）、低日射量（8.6 MJ m^{-2} day^{-1}）隨生育期之後移，逐漸上昇至穀粒充實期爲高溫（27.8℃）、高日射量（16.2 MJ m^{-2} day^{-1}）。而二期作則自分蘗期之高溫（27.9℃）、高日射量（13.2 MJ m^{-2} day^{-1}），因生育期之後移逐漸下降至抽穗期爲較低溫（26.2℃）、低日射量（12.6 MJ m^{-2} day^{-1}）。一期作臺農 67 號在分蘗期間之氣象因素與產量之關係式：Y_1（產量 kg ha^{-1}）=65.26＋$0.81^{**}X_2$（均溫），至於二期作試驗，臺農 67 號之生育日數（Y_3：移植－抽穗）與平均溫度之關係式：Y_3=272.12－$8.39^{**}X_2$ (如圖 1) 所示。

四、病害調查、記錄及管理決策

分別於水稻分蘗期、抽穗期及成熟期三個生育期，調查記錄稻熱病、白葉枯病及紋枯病之發病叢率及罹病度。稻熱病與白葉病均以發病佔葉面積之百分率爲判定依據，紋枯病則以病斑佔稻株高率爲依據。稻熱病發病面積 1 %以下爲 1 級、2 %以下爲 3 級、10%爲 5 級、10-25％爲 6 級、26-50%爲 7 級、51-75 %爲 8 級、植株死亡爲 9 級。稻白葉枯病發病面積 1 %以下爲 1 級、1-5 %爲 3 級、6-25 %爲 5 級、26-50%爲 7 級、51-100%爲 9 級。紋枯病斑佔葉鞘高率 1-25％爲 1 級、26-50％爲 3 級、51-75％爲 5 級、75％以上爲 9 級、所有葉片均受嚴重發病爲 9 級。

圖 3. 2000 年一期作共同試驗田 74-89 號等 16 個試區之稻熱病發病叢率及罹病度

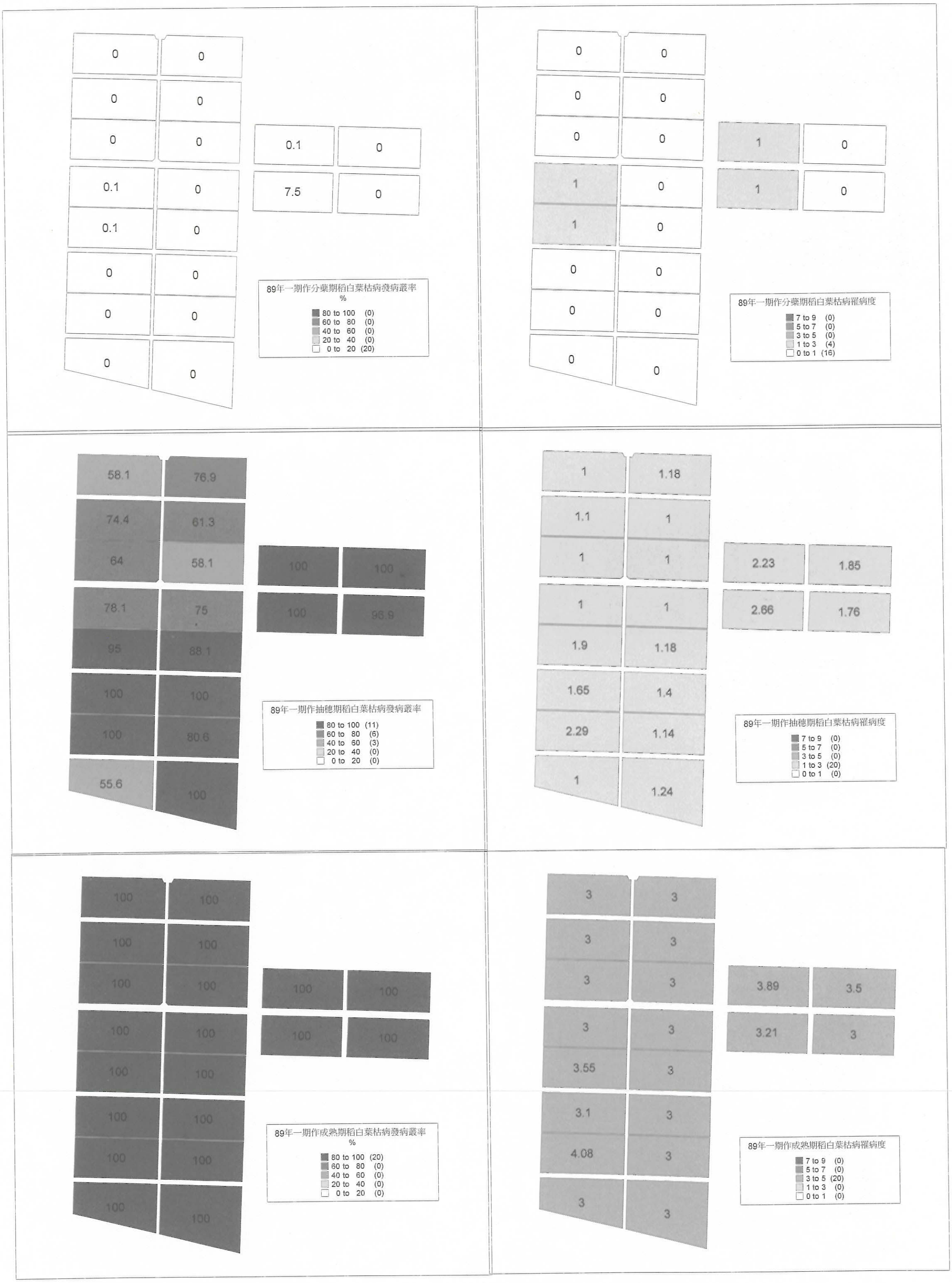

圖 4. 2000 年一期作共同試驗田 74-89 號等 16 個試區之白葉枯病發病叢率及罹病度。

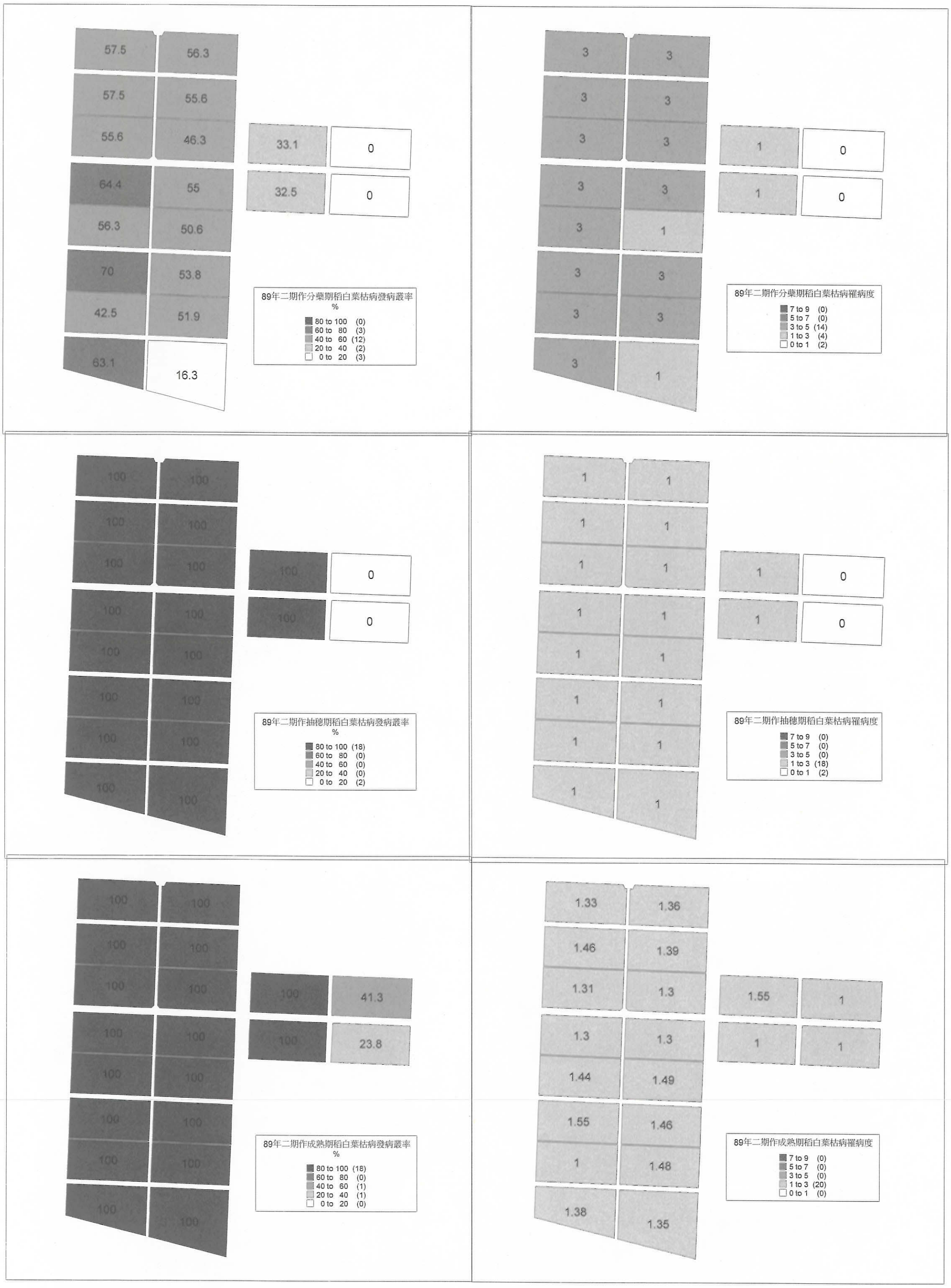

圖 5. 2000 年二期作共同試驗田 74-89 號等 16 個試區之白葉枯病發病叢率及罹病度。

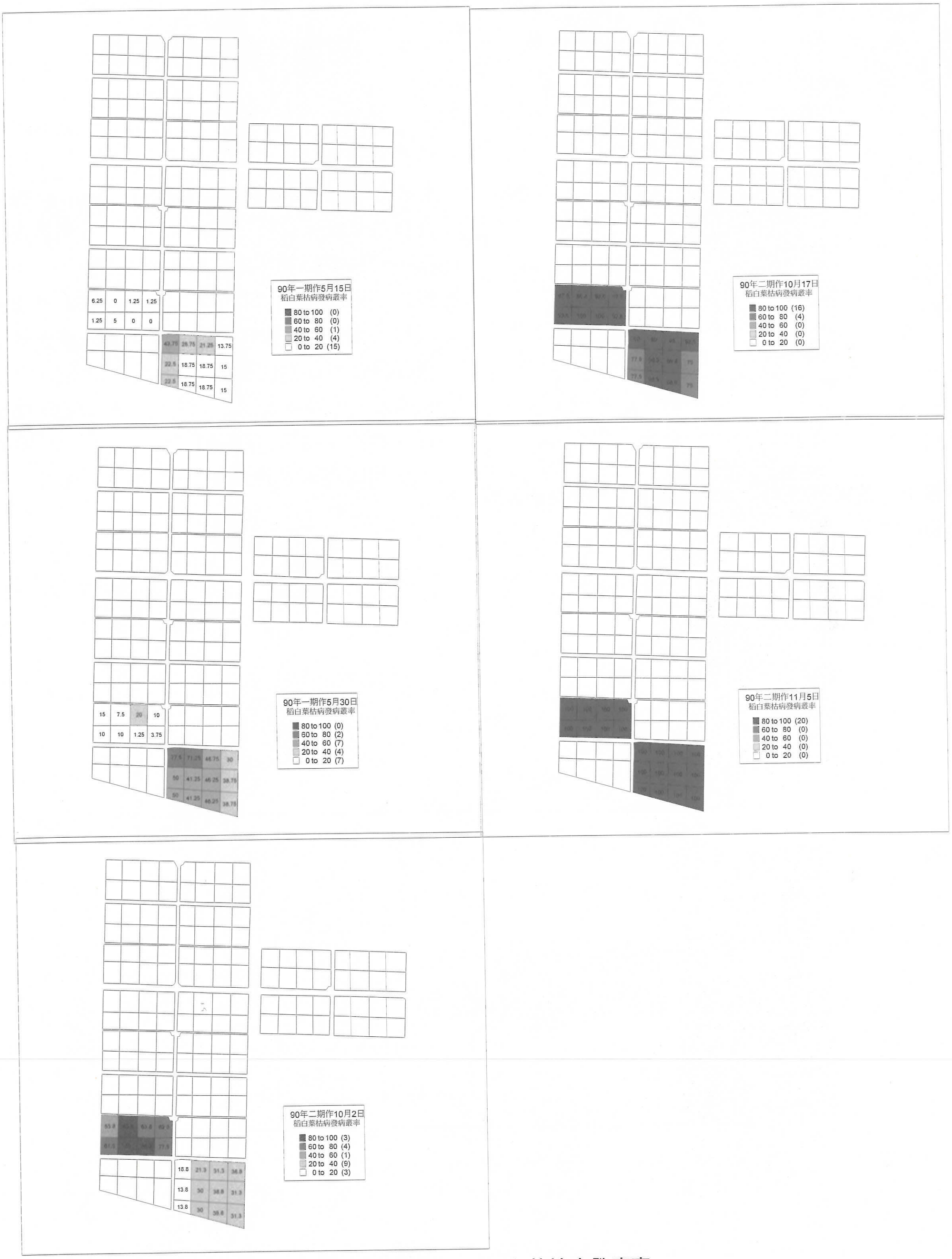

圖 6. 74 及 77 號田 2001 年白葉枯病發病率。

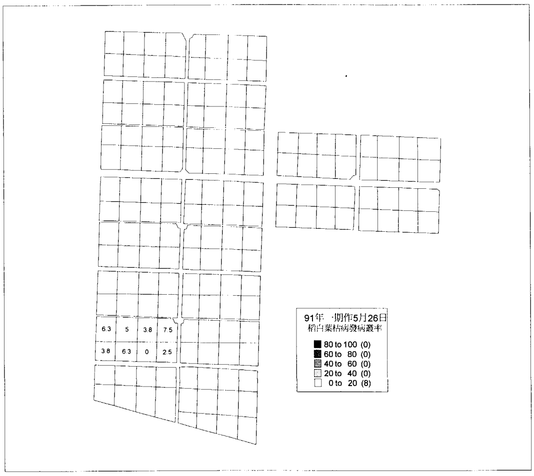

圖 7. 74 號田 2002 年 5/24 調查白葉枯病發病叢率。

五、蟲害調查記錄

於農試所農場之精準農業共同試驗田區中選取 2 塊各 0.5 公頃面積之田區，除不施殺蟲劑外其他管理方式皆與其餘田區相同。每期作自插秧後第 30 天開始，每 7 天目測調查一次，至採收為止。本試驗田區共劃分為 64 小區，小區面積為 12.5×12.5 m^2。每小區逢機取樣 5 個點，每採樣點取緊鄰 6 叢。調查以褐飛蝨與瘤野螟為主要對象，瘤野螟計數為害稻葉數，二化螟及大螟等計數為害稻蘗數，褐飛蝨及其他飛蝨類、葉蟬類則以目測方式計數或估測其成蟲與若蟲數，有若有其他害蟲附記之。

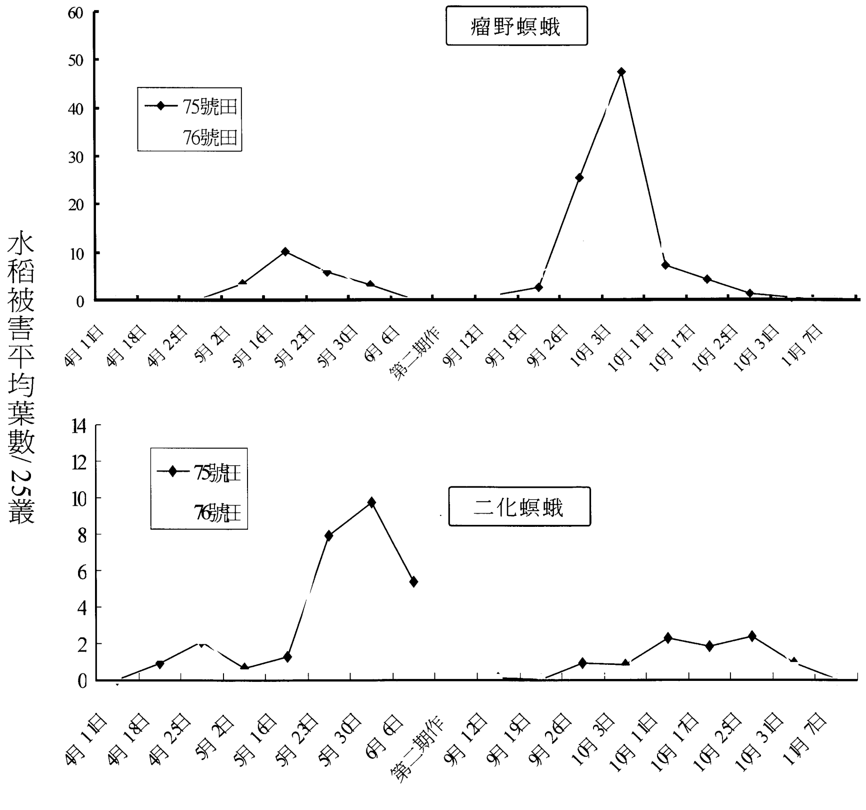

圖 8. 2001 年瘤野螟蛾及二化螟蛾危害變化。

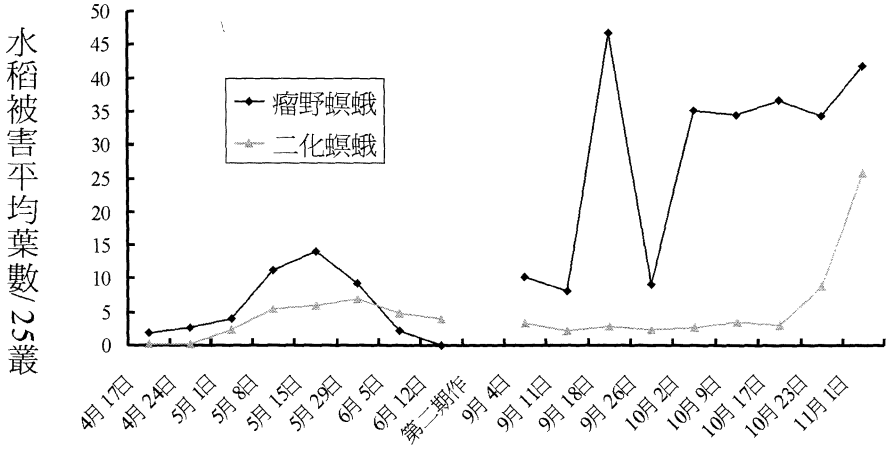

圖 9. 2002 年瘤野螟蛾及二化螟蛾危害變遷。

六、水稻生育期之調查

農委會農業試驗所農場設立之 10 公頃精準農業共同試驗研究田區（163 處記錄點，25 m X 25 m 爲一單位）水稻栽培，係依照中部地區慣行方法實施。觀察與登錄達各生育期（分蘗始期、最高分蘗期、始穗期、抽穗期、齊穗期）之日期及生育情形(表 1、2、3)。

表 1. 八十九年第一期作繁殖材料達各生育階段之日數。

田區	移植期	分蘗始期(天)	最高分蘗期(天)	幼穗形成期(天)	始穗期(天)	50%抽穗期(天)	齊穗期(天)	黃熟期(天)	成熟期(天)	倒伏率(%)
38	2/18，2/28	24	47	56	82	86	90	101	127	0
39	3/29	11	48	56	71	81	85	93	117	0
42	2/16	24	45	60	85	90	93	105	131	0
43	2/17	23	44	63	91	93	97	109	130	46
74	2/14	25	43	61	86	90	93	107	127	1
75	2/14	25	43	62	87	91	95	109	128	1
76	2/15	23	42	61	86	91	94	106	128	1
77	2/15	22	42	60	86	90	93	106	128	9
78	2/14	22	42	62	86	91	94	107	129	2
79	2/15	21	41	60	86	89	93	106	131	13
80	2/16	22	42	59	83	87	90	105	130	8
81	2/16	21	42	59	84	89	92	105	130	6
82	2/17，3/24	18	42	57	80	85	89	101	128	4
83	2/16	22	42	60	86	89	93	106	132	0
84	2/14	24	46	61	84	88	91	107	126	3
85	2/15	23	43	60	83	88	91	106	127	1
86	2/14	24	44	60	85	89	92	107	127	0
87	2/16	22	42	61	87	91	96	107	132	41
88	2/14	24	44	61	85	90	93	107	126	3
89	2/16	23	42	60	85	89	92	105	124	3
平均		22	43	60	84	89	92	106	128	7

表 2. 八十九年第二期作繁殖材料達各生育階段之日數。

田區	移植期月/日	分蘖始期(天)	最高分蘖期(天)	幼穗形成期(天)	始穗期(天)	50%抽穗期(天)	齊穗期(天)
38	8/15	14	35	39	61	71	-
39	8/3	15	34	45	62	67	73
42	8/15	15	35	44	62	70	-
43	8/3	15	33	45	62	66	73
74	8/1	14	33	47	61	65	73
75	8/2	14	35	47	59	65	72
76	8/2	14	34	47	60	65	72
77	8/2	14	35	47	60	64	72
78	8/2	14	36	48	62	67	73
79	8/2	13	33	47	60	65	72
80	8/2	15	34	48	60	65	73
81	8/2	15	34	48	62	66	73
82	8/3	15	33	47	61	65	72
83	8/1	14	34	48	61	66	73
84	7/31	14	33	48	62	67	75
85	8/1	14	33	47	61	61	74
86	8/1	14	32	47	61	61	74
87	8/1	14	32	47	60	60	74
88	8/1	13	32	47	61	61	74
89	8/1	14	31	47	60	60	74
平均		14	33	47	61	65	73

-：未達齊穗期。

表 3. 九十年第一、二期作台農 67 號各生育階段之生育日數。

田區	第一期作					第二期作			
	分蘖始期(天)	最高分蘖期(天)	始穗期(天)	50%抽穗期(天)	齊穗期(天)	最高分蘖期(天)	始穗期(天)	50%抽穗期(天)	齊穗期(天)
38	19	41	80	86	92	40	63	67	71
39	19	41	83	88	93	40	60	66	70
42	19	42	83	88	93	39	61	65	69
43	21	42	82	86	91	42	60	71	73
74	20	44	80	83	89	38	57	62	67
75	19	42	80	85	89	40	59	65	70
76	20	43	80	85	89	38	59	64	66
77	20	44	80	85	90	39	59	63	67
78	20	43	81	85	89	38	59	64	68
79	18	43	79	84	87	38	61	65	68
80	20	44	80	85	89	38	59	64	67
81	21	44	80	85	90	43	60	69	73
82	20	43	93	85	90	37	58	63	67
83	20	43	80	84	89	41	61	67	72
84	19	42	80	84	89	40	59	65	69
85	19	42	80	84	89	38	59	65	70
86	19	41	79	83	88	36	61	64	67
87	20	43	81	85	90	41	61	69	73
88	19	41	80	85	89	37	59	63	67
89	20	42	81	85	89	38	59	62	66
最低	18	41	79	83	87	36	57	62	66
最高	21	44	93	88	93	43	63	71	73
平均	20	43	81	85	90	39	60	65	69

七、全球定位系統與即時定位傳輸技術在精準農業上之應用

於農委會農業試驗所農化組頂樓及精準農業十公頃共同試驗田區附近，各建立二個適當之基地站位置，並委託民間測量公司精密測定座標，可以供作每次採樣及施肥時動態插分定位所需。建立全球定位系統之基地站後，即可發展即時定位技術，藉以推廣及應用精準農業之相關研究事項。將空間資料與屬性資料相互結合，並普遍應用於農耕機械上，則可進一步達到農耕自動化控制的目標。

1.參考站

參考站(如圖 10 所示)必須先有一已知控制點位的 WGS-84 經緯度座標，然後在該控制點位上架設 GPS 天線，主要的目的在接收該位置的 GPS 訊息，傳遞至 GPS 接收器上，而 GPS 接收器已知該控制點位置，經解算求得觀測量之相位與誤差值，透過無線電數據機調制成訊號，透過天線廣播給其他使用者接收解調，讓使用者能獲得更高的定位精度。

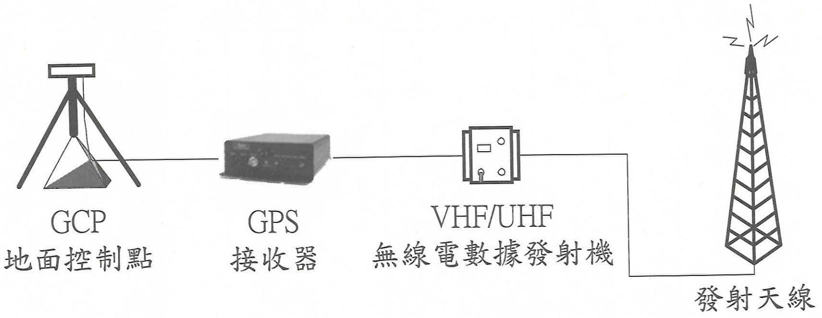

圖 10. 全球衛星定位系統參考站設置圖示。

2.移動站

移動站 (如圖 11 所示) 接收到由參考站傳來之修正資料後，經無線電數據接收機解調後，將資料傳遞給 GPS 接收器，與本身所接收衛星資料進行 RTK，解算出精確座標後，將定位資訊 NMEA 0183 Version 2.0 / 2.1 格式傳遞給電腦，電腦除了在螢幕之電子地圖上顯示即時位置外，並可搜尋該位置所對應的屬性資料，以進一步達成農機自動化系統控制。

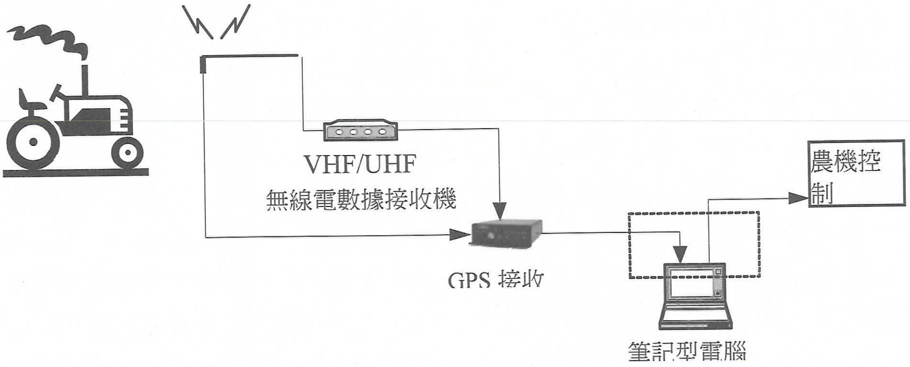

圖 11. 全球衛星定位系統移動站圖示。

八、共用資料庫網站系統建置:

精準農業網站之功能架構包含有計畫主持人專頁、田間活動日誌、各分組頁、年度封存功能、地理資訊查詢系統及網站資料維護及相關網站七大功能。原本精準農業網站對於網站資料維護功能是散見於各子系統中，也僅提供修改之功能，現在已增加新增、刪除等功能，並提供完整之帳號、密碼管理系統並提供新增第四層單元提供管理者有更方便及完整網站之功能。其架構圖如圖 12 所示。

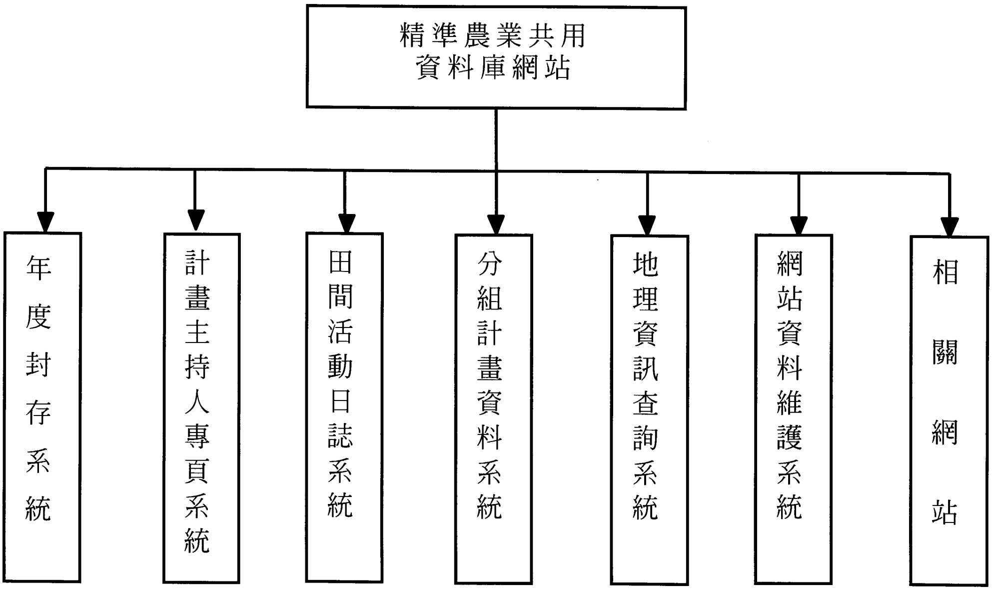

圖 12. 精準農業共用資料庫網站開發架構圖。

九、結語

本計畫執行以來，各小組收集之資料項目繁多，資料庫格式不一，在資料之交換上亦造成困擾，且大部分爲地理分布資料，如能成立共用資料庫，並架設伺服網站提供網路資料查詢下載，將可增進資料流通效率，減少人力浪費。共同試驗田區土壤及植體採樣之分析資料，因取樣位置及密度不同，而有無法匹配之疑慮，利用地理統計分析及地理資訊系統可建立細密之基本空間資訊，供爲變量施肥器施用養分資材之依據及產量與施肥管理之相關性研究之基礎。

十、引用文獻

李長沛、陳治官、黃惠娟、賴明信、曾清山、郭益全。2000。水稻農作資料庫之建立－全生育各期之觀察與記錄。行政院農業委員會委託(計畫 89-遙測-4.1-糧-4(3)。

蔡金川、漆匡時、姚銘輝。2000。水稻農作資料庫之建立－氣象資料記錄。行政院農業委員會委託計畫(89-遙測-4.1-糧-4(1)。

張義璋、謝麗娟。2000。水稻農作資料庫之建立－病害調查、記錄及管理決策。行政院農業委員會委託計畫(89-遙測-4.1-糧-4(5)。

余志儒。2000。水稻農作資料庫之建立－蟲害調查記錄與管理決策。行政院農業委員會委託計畫(89-遙測-4.1-糧-4(6)。

劉禎祺、劉滄棽、朱戩良、郭鴻裕、葉明智。2000。水稻精準農業(耕)體系之研究－地理資訊及衛星定位系統在精準農業上之應用：(1)建立全球衛星定位系統基地站及即時定位傳輸技術。行政院農業委員會委託計畫 (89-遙測-4.1-糧-4(3))。

劉滄棽、郭鴻裕、朱戩良、劉禎祺、葉明智。2000。水稻精準農業(耕)體系之研究－地理資訊及衛星定位系統在精準農業上之應用：(4)建立精準農業田區之資訊庫及共用性資料庫格式資料傳輸規範。行政院農業委員會委託計畫 (89-遙測-4.1-糧-4(3))。

陳治官、李長沛、黃惠娟、賴明信、曾清山、楊舒惠。2001。水稻栽培與環境精準管理專家決策系統—水稻生育期之調查。行政院農業委員會農業試驗所自行研究計畫 (90 農科-4.1.3-農-C1(02))。

余志儒。2001。水稻栽培與環境精準管理專家決策系統—蟲害調查、記錄及管理決策。行政院農業委員會農業試驗所自行研究計畫 (90 農科-4.1.3-農-C1(02))。

張義璋、謝麗娟。2001。水稻栽培與環境精準管理專家決策系統－病害調查、記錄及管理決策。行政院農業委員會農業試驗所自行研究計畫 (90 農科-4.1.3-農-C1(02))。

蔡金川、漆匡時、姚銘輝。2001。水稻栽培與環境精準管理專家決策系統－氣象資料記錄。行政院農業委員會農業試驗所自行研究計畫 (90 農科-4.1.3-農-C1(02))。

劉滄棽、郭鴻裕、朱戩良、劉禎祺、葉明智。2001。水稻栽培與環境精準管理專家決策系統－精準農耕綜合資料庫及網站建置。行政院農業委員會農業試驗所自行研究計畫 (90 農科-4.1.3-農-C1(02))。

劉滄棽、郭鴻裕、朱戩良、劉禎祺、葉明智。2002。水稻栽培與環境精準管理專家決策系統－精準農耕綜合資料庫及網站建置。行政院農業委員會農業試驗所自行研究計畫 (91 農科-5.1.3-農-C2(2))。

余志儒。2002。水稻栽培與環境精準管理專家決策系統—蟲害調查、記錄及管理決策。行政院農業委員會農業試驗所自行研究計畫 (91 農科-5.1.3-農-C2(2))。

張義璋、謝麗娟。2002。水稻栽培與環境精準管理專家決策系統－病害調查、記錄及管理決策。行政院農業委員會農業試驗所自行研究計畫 (91 農科-5.1.3-農-C2(2))。

蔡金川、漆匡時、姚銘輝。2002。水稻栽培與環境精準管理專家決策系統－氣象資料記錄。行政院農業委員會農業試驗所自行研究計畫 (91 農科-5.1.3-農-C2(2))。

十一、誌謝

本研究承蒙行政院農業委員會委託計畫(計畫89-遙測-4.1-糧-4)及行政院農業委員會農業試驗所科技研究計畫(90 農科-4.1.3-農-C1(02))與(91 農科-5.1.3-農-C2(2))經費支持，特以致謝。

Establishment of Web Site and Collaborative Databse for Precision Agriculture

Tsang-Sen Liu*[1], Jin-Chuan Tsai[2], Yih-Chang Chang[3], Jih-Zu Yu[4] and C.G. Chern[5]
[1]Division of Agricultural Chemistry, Agricultural Research Institute, COA, Taichung, Taiwan, ROC
[2]Division of Agricultural Engineering, Agricultural Research Institute, COA, Taichung, Taiwan, ROC
[3]Division of Plant Pathology, Agricultural Research Institute, COA, Taichung, Taiwan, ROC
[4]Division of Applied Zoology, Agricultural Research Institute, COA, Taichung, Taiwan, ROC
[5] Division of Agronomy, Agricultural Research Institute, COA, Taichung, Taiwan, ROC
E-mail: tsliu@wufeng@wufeng.tari.gov.tw

ABSTRACT

One of the key working items for this project was to record the spatial and temporal data generated from field surveys on important agronomy characters and main pest incidences, and meteorological factors for rice plants grown in the experimental plots designated for precision farming study at Taiwan Agricultural Research Institute. Databases established, including rice cultivation practices and growth performance, plant protection procedures on diseases, insect pest and weeds, and climatic data, can be retrieved for applications in topics carried out in the project. A website was also set up to house these databases and served as the communication channel, both for Internet and Intranet users, for the collaborative research works. Data and information posted in the website will be updated frequently.

Key words: Web, Database, Precision agriculture.